

社会インフラ整備・維持管理に資する スタートアップの技術開発と今後の展望



技術・調達政策グループ
上席主任研究員
高橋 千明



技術・調達政策グループ
研究員
亀山 武士



技術・調達政策グループ
技術員
北村 玲子

1 はじめに

建設業に従事する技術者ならびに技能労働者不足が進む中、建設現場での省人化・省力化の推進が喫緊の課題となっている。建設業就業者数はピーク時の685万人（1997年：H9年）より約30.4%減少し477万人になっている¹⁾。業界の働き手不足とともに、55歳以上が約36.7%、29歳以下が約11.7%と働き手の高齢化が進行しており、今後の大量離職が想定され、次世代への技術継承の観点からも建設事業を継続する環境は厳しくなっている（図1）。

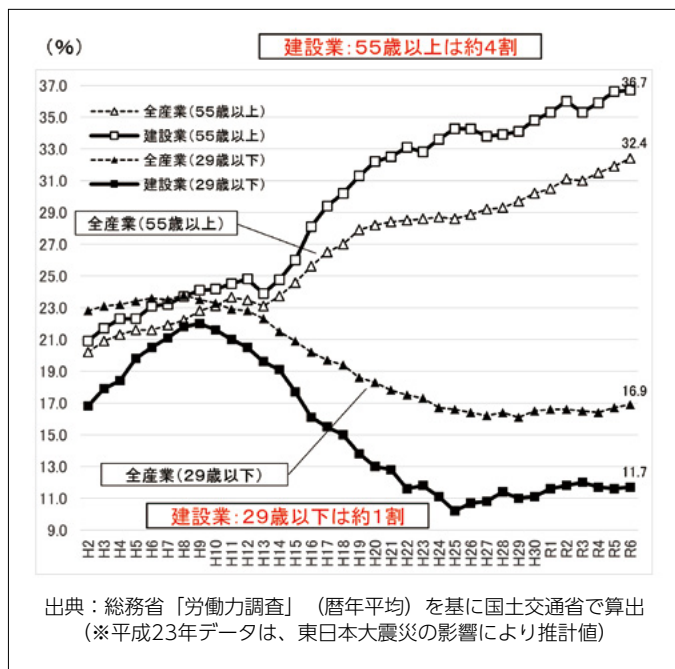


図1 建設業就業者の高齢化の進行¹⁾

また、2024年4月から、建設業にも時間外労働の上限規制が適用され、従来の長時間労働が是正されつつあるが、人手不足の中で労働時間を削減することは難しく、業務効率化が求

められている。

我が国の建設業は、地域インフラの整備・維持管理の担い手である中小建設業が大部分を占め、地域に根差した活動を展開している。長年の経験で培われた専門的な技術や知識は、中小建設業において世代を超えて継承されている。これらの技術は、地域特性に応じた細やかな対応が求められる場面において、極めて重要な役割を果たしている。

自然災害が多い日本では、地震や台風、豪雨などの発生時に、迅速な応急対応や復旧・復興工事の担い手となり、地域の地理や状況を熟知している中小建設業者なくして被災地の早期復旧は困難である。その一方で、人手不足、高齢化、長時間労働、低生産性といった課題も多く抱えており、その持続的な発展に向けた対策が求められている。

大手建設業では、スタートアップが開発する革新的技術の活用が積極的に進められている例がある。中小建設業と同様の課題に加え、大規模かつ複雑なプロジェクトを効率的に推進し、技術革新をリードする目的がある。

また、中小建設業が直面する構造的課題に対し、スタートアップが提供する革新的技術が有効な解決策として注目されている。これらの技術は、中小建設業の現場の効率化、生産性向上、働き方改革、更には競争力強化に大きく貢献する可能性を秘めている。

中小建設業がこれらのスタートアップ技術を積極的に活用することは、喫緊の課題解決だけでなく、将来にわたって持続可能な経営を実現し、地域社会を支えるためにも不可欠と言える。国や自治体も中小建設業のDX推進を支援する施策を打ち出しており、これらの支援制度を活用することも、スタートアップ技術導入の後押しとなる。

本稿は、国土交通省の技術開発政策の検討支援としてJICEが受注した業務における成果をもとに、追加情報・個人的見解を補足して取りまとめたものである。

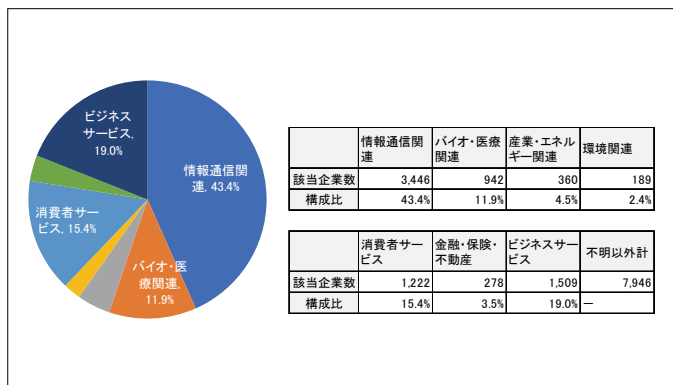
2

社会インフラ整備・維持管理分野におけるスタートアップの開発技術

2.1 スタートアップの特徴と技術開発の動向

スタートアップ企業は一般に、「新たなビジネスモデルや技術を活用し、急速な成長を目指す企業」と定義される。既存の枠組みにとらわれることなく、社会や産業が直面する複雑かつ多層的な課題に対し、革新的なアプローチによる解決を志向する点が特徴である。こうした取り組みの根幹には、「技術と発想の革新性」、「持続的成長への高い志向性」、「機動的かつ柔軟な意思決定力」、「不確実性を前提とした実行力」、および「ミッション・ビジョンへの強い共感」といった特性が集約されている。これらの要素は、新たな価値の創出を可能とする基盤であり、変動する社会環境において、実効性のある変革をもたらす原動力となっている^{2) 3)}。

我が国の業種・分野別のスタートアップの現況をみると、情報通信関係が構成比 43.4% ともっとも多く、革新的技術がデジタル技術を活用した DX 領域が中心になっていることが分かる(図 2)。

図2 業種・分野別にみたスタートアップ企業の現況⁴⁾

本調査では、J-startup、スタートアップデータベース、日本政策金融公庫のスタートアップ・カンパニー・ブックといった主要な情報源に加え、SBIR、BRIDGE 等の研究開発制度、NETIS（新技術情報提供システム）登録技術、インフラ DX 大賞受賞技術、更には各種文献を横断的に網羅し、社会インフラの整備・維持管理に資する革新的技術を持つスタートアップを抽出し、151 件の技術・製品概要を体系的に整理した。その結果、特定された技術の 85.4% が、建設現場の効率化に貢献するものであった(図 3 (a))。

抽出されたスタートアップ技術を建設現場の生産プロセス(①調査、②設計、③施工、④維持管理・更新)の各段階に分類したところ、「③施工」に関する技術が最も多く、全 151 件中 94 件(62.3%)を占めた。これに続き、「②調査」が 26 件(17.2%)、「④維持管理・更新」が 16 件(10.6%)、「①設計」が 15 件(9.9%)となっている(図 3 (b))。

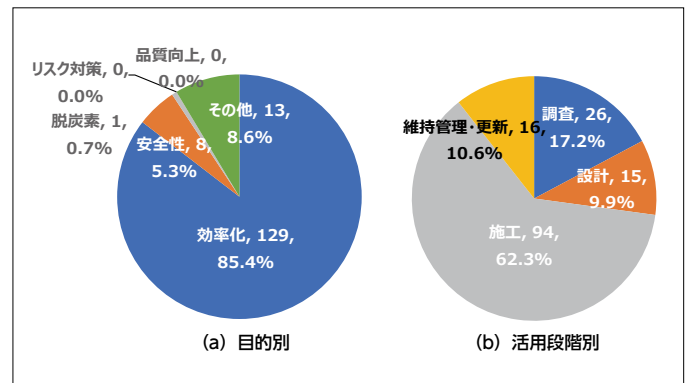


図3 社会インフラの整備・維持管理に資するスタートアップ技術の分類

また、建設生産プロセスの活用段階毎に技術の分類をみると、以下(1)～(4)の状況であった。

(1) 調査

最も多く活用されていたのは UAV（無人航空機）を用いた測量技術で、全体の 38%にあたる 10 件を占めた。次いで、3次元点群データを効率的に取得・活用する 3次元測量関連の技術が 4 件(15%)を占めている。なお、測量以外では、浸水シミュレーションやセンサー・IoT を活用した各種計測技術などがある(図 4 (a))。

(2) 設計

橋梁 CIM システムや自動配筋システムなど、BIM/CIM 関連の技術が全体の 73%にあたる 11 件を占め 3次元データを活用する技術が主流となっている。更に、点群処理等の 3次元データ活用技術も 2 件(13%)あり、全体として 3次元データ利活用に関する技術が多数を占めている(図 4 (b))。

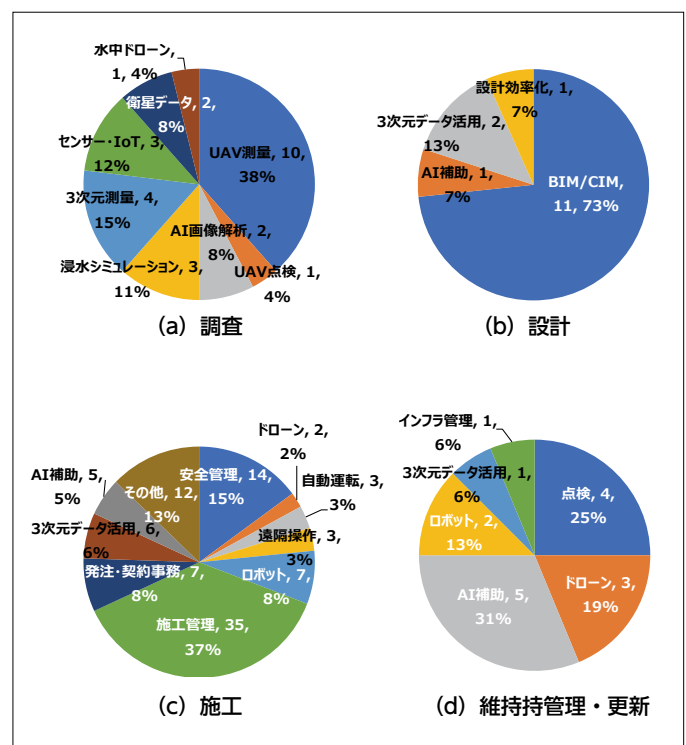


図4 社会インフラの整備・維持管理に資するスタートアップの建設現場の生産プロセス別にみた技術の分類

(3) 施工

施工管理に関連する技術が最も多く、現場での情報共有や写真台帳の整理などを支援するアプリケーションが中心となり、全体の37%にあたる35件を占めている。次いで、センサー・IoT・映像技術を活用した安全管理に関する技術が14件(15%)を占めている。また、3次元データの活用やAIによる施工判断支援といった先進的な技術の開発も進められている。その他には、建設材料や施工方法の革新、マッチングサービス、アシストスーツなど、多様な分野での技術展開が見られる(図4(c))。

(4) 維持管理・更新

AIによる構造物の劣化診断や道路の路面評価を支援する技術が最も多く、全体の25%にあたる5件を占めている。これに続き、3次元スキャンシステムを活用した自動点検技術が4件(25%)、ドローンを用いた点検システムが3件(19%)であり、点検業務の自動化・効率化を目的とした技術の開発が目立つ(図4(d))。

2.2 社会インフラ整備・維持管理分野における

有用なスタートアップ技術と省力化・省人化効果

2.1で整理した技術に対し、革新性、信頼性(資金調達額等)、生産性(省力化、省人化)、安全性、経済性、実現可能性(実績数・他企業との連携)、環境負荷低減(脱炭素)に着目して、有用な技術を抽出した。ここでは、革新的技術の開発が多数であった「施工」と「維持管理・更新」から代表例を紹介する。

(1) 建設用3Dプリンタ(施工)

従来は、現場打ちコンクリート工で対応していたところ、3次元図面データに基づいてモルタルを積層造形できる建設用3Dプリンタ技術により、型枠なしでモルタル練り混ぜから造形を自動で行うことが可能となる。省人化、省力化により、施工性の向上を図る(図5)。



図5 建設用3Dプリンタによる施工性の向上⁵⁾

(2) 遠隔操作システム Model V (施工)

建機のメーカーに縛られずにどのような建機(開発会社調べで84%の市販建機に対応)にも後付けで取り付け可能なため、多種多様な建機が入れ混ざる建設現場においても、遠隔操作装置導入の障害にならない(図6)。

(3) 助太刀(施工)

受注者と発注者相互による評価機能で腕の良い職人と出会える仕組みを構築している。簡単な操作で新たな元請け/下請け

とつながることができる(図7)。

(4) AIによるコンクリート構造物の劣化診断(維持管理・更新)

ドローンで撮影した橋梁全体の画像から、深層学習によるひび割れなどコンクリート表面の損傷箇所を抽出する。土木工学的知見で学習したAIで劣化診断を行い、部材ごとに9つの判定区分に仕分ける。

橋梁目視で行われている点検・診断から、減少していく技術者をAIがサポートし、インフラ維持管理の効率化とコスト削減を図る(図8)。



図6 遠隔操作システム Model Vの使用状況⁶⁾



図7 助太刀の使い方「4STEPS」⁷⁾

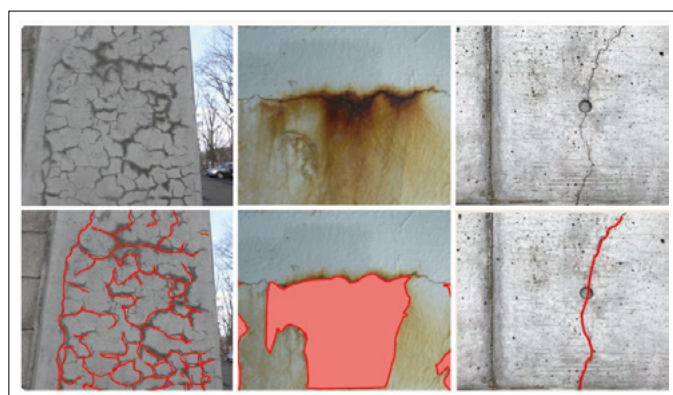


図8 深層学習による変状の抽出⁸⁾

(5) 鉄筋破断・腐食非破壊検査システム

国内のコンクリート構造物は、老朽化に伴いいかに維持管理を行うかが問題となっている。当該技術により、コンクリート

内部の空間的な電磁場の分布を計測し、劣化診断するため、非破壊での検査が可能となり、打音検査やコンクリートを削り出す作業が必要ないため、検査時間と作業工程を大幅に短縮することができる。

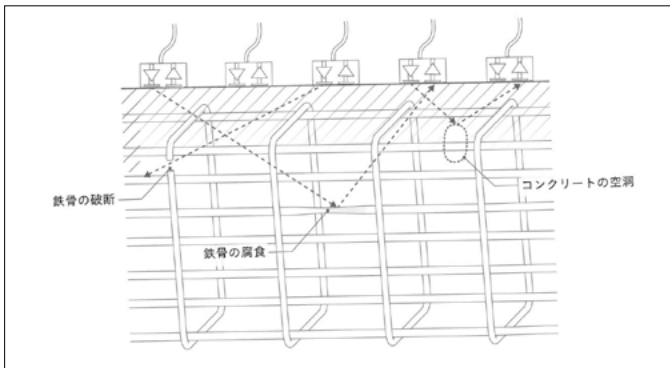


図9 電磁波分布の計測による鉄筋破断・腐食非破壊検査のイメージ⁹⁾

(6) RoadManager 路面評価 (維持管理・更新)

スマートフォンで撮影した動画やセンサー情報からひび割れ率・IRI (International Roughness Index: 国際ラフネス指数)・MCI (Maintenance Control Index: 舗装の維持管理指数)を算出するサービス。低コストで簡易的な路面性状調査を実施する。

AIによる自動解析に変えたことにより、ひび割れ判読プロセスが短縮されるため、施工性が向上し工程の短縮が図れる。

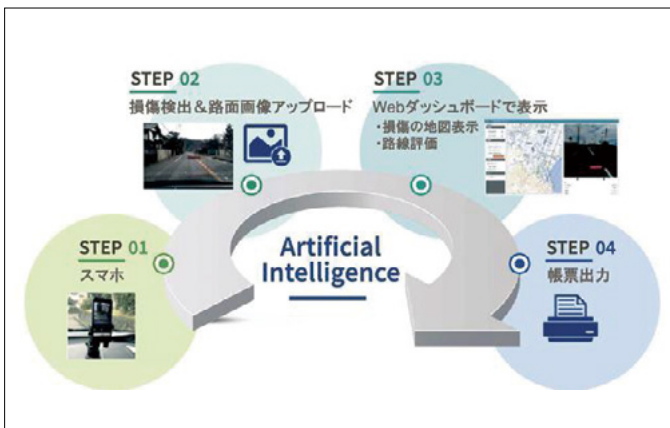


図10 AI解析で道路点検手法を変革¹⁰⁾

界に新たな価値と変革の波をもたらしている。これらの技術は、省人化・省力化を通じて、建設現場の効率性や安全性の向上、さらには社会全体の持続可能性の確保に大きく寄与する可能性を秘めている。

また、スタートアップが提供する先進技術が、建設現場の持続可能性を支える鍵となっている。建設用3Dプリンタや画像解析、AIによる点検技術、IoT・センサーを活用した自動計測、デジタルツイン、建設機械の遠隔操作など、省人化・省力化を実現する技術開発が加速している。今後は、制度面の整備や産官学の連携強化を通じて、こうした技術の社会実装がさらに加速することが期待されている。

3.2 有用なスタートアップ技術を普及・促進するうえでの課題

スタートアップの急速な成長や技術革新に対して、制度設計や社会的受容性確保の立ち後れの課題も顕在化している。新技術の有用性が認識されているにもかかわらず、それを実装・活用するための枠組みや仕組みが整っていないことが、技術の社会実装を阻む要因となっている。

有用なスタートアップ技術を建設現場で普及・促進するうえでは、以下(1)～(3)のような技術的・制度的・社会的な複合的課題が存在している。

(1) 制度・規制の壁

- スタートアップが開発する新技術は、現行の技術基準や施工管理基準に即していないことが多く、実用化や導入に時間を要する。
- 新しい工法や材料は、安全性や耐久性等の評価に時間がかかるため、公共工事での採用が進みにくい。

(2) 導入側の現場適用・体制不足

- 技術の設計思想が現場の実情と合わず、活用が困難となるケースがある。逆に、新しい工法を適用しようとした際に、設計思想と合わず導入が困難なケースがある。
- 地方自治体や中小建設業では、ICTやデジタル技術の理解・活用が進んでおらず、導入障壁が高い。

(3) スタートアップ側の経営上の課題

- インフラ分野は事業規模が大きく、実証フィールドの確保や社会実装に多大なコストと時間がかかる。
- 長期的な技術開発や現場対応に必要な資金や専門人材の確保が難しい。

3

社会インフラ整備・維持管理分野に資するスタートアップ技術の現状と課題

3.1 スタートアップ技術の現状

社会インフラの整備・維持管理分野では、新技術の導入と社会実装が進められている。なかでもスタートアップが開発する先進的な技術は、担い手不足や省人化・省力化、品質管理の高度化、安全性の強化、環境への配慮といった建設現場が抱える本質的課題に対し、多角的かつ革新的なアプローチで応え、業

4

社会インフラ整備・維持管理分野におけるスタートアップの今後の展開

4.1 有用なスタートアップ技術を普及・促進するための方策

スタートアップ技術の普及には、制度改革、現場実証のための連携、資金支援、教育・人材育成、標準化など、複合的な取り組みが必要である。特に、国や自治体の積極的な関与と民間とのニーズ・シーズマッチングを視野に入れた開かれた連携の構築が、技術の社会実装を加速させるうえで不可欠と考えられる。持続可能なインフラ整備・維持管理のために、スタートアップ

プの革新的技術を活かす仕組みを構築することが求められる。
 有用なスタートアップ技術を社会インフラ分野で普及・促進するうえでの課題を解決するためには、以下のような多面的かつ戦略的な方策が考えられる。

(1) 制度・規制の整備と柔軟化

①制度・規制の整備

- 新技術実証から社会実装までの道筋を明確にし、段階的に評価し認証する仕組みを整備する。
- 国土交通省の「新技術活用システム（NETIS）」等の枠組みを強化し活用する。
- 一定の条件下で規制を一時的に緩和し、技術実証を行える制度を拡充する。例えば、対象として、建設機械の遠隔操作、UAV 点検のフィールド実験等が考えられる。

②公共調達・契約制度の改革

- 技術力・イノベーションへの評価を入札に反映する制度（総合評価落札方式など）の活用を強化する。
- スタートアップ技術の導入に必要なスケール・継続性を確保するため、年度を超えた契約や中長期型契約等を導入する。

③標準化とデータ共有基盤の整備

- センサー・IoT、BIM/CIM 等の相互運用性を高める標準化を推進し、共通仕様や API を整備する。
- 地図情報、施設情報、点検履歴等の公共データを API 連携等でスタートアップが利活用できるようにする。

(2) 導入側の現場適用に向けた体制強化支援

①現場とのマッチング・連携の強化

- 国・自治体等のインフラ管理者が、現場を技術検証の場として提供し、実際の施工環境での効果検証による信頼性の向上を図る。
- また、建設会社やインフラ運用事業者とスタートアップを連携するプラットフォームを形成し、オープンイノベーションを促進する。ピッチイベントや共同研究、PoC（概念実証）プロジェクトの推進等が考えられる。

②人材育成・リテラシー向上

- DX や AI・IoT に関する実務者向け教育プログラムを拡充し、自治体や中小建設業向けの研修を支援する。また、導入効果や実績の可視化を通じた導入支援を行う。
- 建設現場の運用実態や規制を理解できるよう、スタートアップに対して現場体験・研修の機会を提供し、スタートアップ側の現場理解を促進する。

(3) スタートアップの事業支援強化

①資金支援・事業化支援の強化

- 国や自治体による研究開発・実装支援補助金（例：SBIR 制度、スタートアップ育成 5 か年計画）を拡充する。
- 公的ファンドや CVC（企業系ベンチャーキャピタル）による投資促進により、スタートアップ向けの資金調達支援を行う。
- インフラ・建設分野に特化したアクセラレータを設置する。

4.2 スタートアップ技術の今後の展開

4.1 に示した方策をもとに、有用なスタートアップ技術の活用を促進するためのロードマップについて、革新的技術の社会実装を促進する観点から検討した結果を以下（１）～（３）に示す。

基準類や関連制度の改定が進むことで、有用なスタートアップ技術の導入障壁が下がり、現場での活用が大幅に促進されることが期待される。これにより、技術の社会実装が加速し、社会インフラの持続可能性確保に大きく貢献する可能性がある。

(1) 建設用 3D プリンタ

建設用 3D プリンタは、材料とプリンタに関する技術開発を継続していることから、今後、安価な材料の開発や耐久性の向上、プリンタの性能向上が期待できる。

制度・基準整備については、品質管理方法と出来形管理方法が確立されていないため、引き続き検討を進める。

また、専用の材料を使うことや、コンクリート二次製品に代わる適用が多いことから、材料やプリント造形物に対する認証制度が必要と考えられる。並行して、造形物と材料に対する認証制度の確立に関する検討を行う。

発注・契約においては、直轄工事での集水桝や重力式擁壁、埋設型枠等の適用実績もあることから、引き続き社会実装を進める。

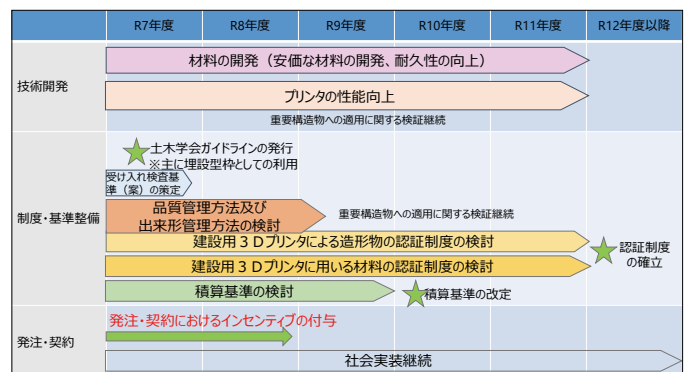


図 11 建設用 3D プリンタの活用促進に向けたロードマップ（案）

(2) 助太刀

助太刀は、システム機能向上のための技術開発を継続していることから、今後、中小建設業を含む市場調査や課題分析を踏まえた機能の強化及び最適化が期待できる。

制度・基準整備については、建設キャリアアップシステムとの連携によるデータの一元管理やデータ活用のルール策定を進める必要がある。初期コストと運用コストがかかるため、中小建設業での活用を促進するために、補助金等の支援制度の活用について検討する。

発注・契約においては、運用ツールとして標準化を進めることが考えられる。

(3) AI による構造物の劣化診断システム

AI によるコンクリート構造物の劣化診断は、データを収集・蓄積し、診断アルゴリズムの最適化のための技術開発を継続し

ていることから、今後、更に診断精度が向上することが期待される。

制度・基準整備については、点検要領に AI やセンサー技術を取り入れることが必要である。また、データの蓄積が診断精度に影響を及ぼすため、国や自治体で保有している点検データの一元管理が必要となる。診断システムの性能を評価する認証制度やオペレータ等の技能認定制度があれば、技術の信頼性が向上し、活用が促進される。

発注・契約においては、点検技術能力カタログは公表されているが、公共事業での標準化を進め適用を拡大していくことが考えられる。

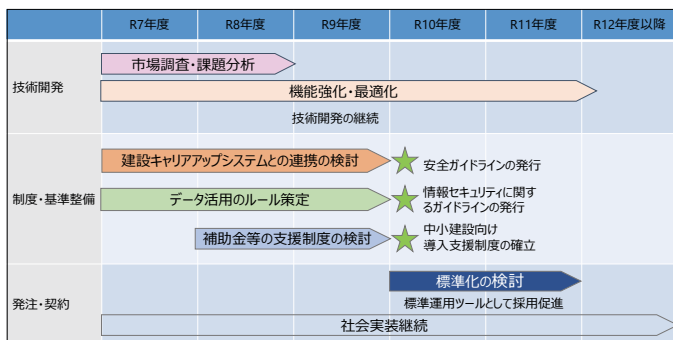


図 12 助太刀の活用促進に向けたロードマップ (案)

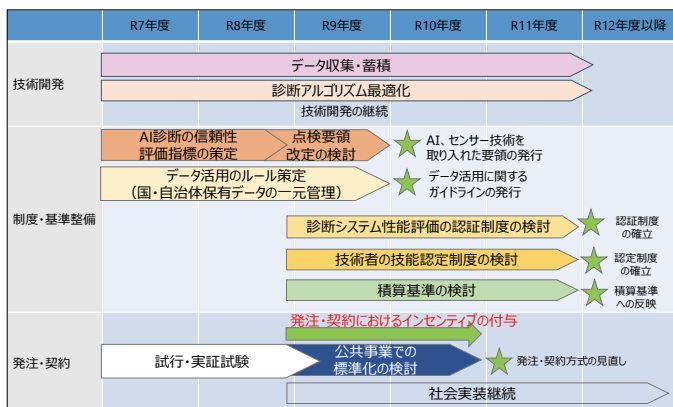


図 13 AI による構造物の劣化診断システムの活用促進に向けたロードマップ (案)

が公共工事への導入経験を持つなど、一定の信頼性・実績が蓄積されつつあることも確認されている。

一方で、スタートアップの技術を普及させる上での課題も顕在化している。スタートアップ技術の導入障壁を克服するには、制度や基準の柔軟な見直し、技術評価のあり方の再構築、発注者・元請企業・スタートアップ間の連携強化が求められる。特に、公共工事分野において新技術の導入を後押しする仕組みづくりや、スタートアップの技術を対象とした評価・認証制度の整備は、今後の技術普及に大きく貢献するものと考えられる。

スタートアップは、建設業が直面する課題に対して有効な技術的アプローチを提供しており、今後もその技術力と柔軟性を活かした活躍が期待される。産官学の連携による環境整備が進むことで、これらスタートアップの技術は、建設業界全体の革新と社会インフラの持続可能性の確保に向けて、重要な役割を果たしていくと考えられる。

一般財団法人国土技術研究センター (JICE) は今後もスタートアップの普及促進に向けた検討の一旦を担い、革新的技術の導入による社会インフラの持続可能性の確保に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省：令和 7 年度 発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会，令和 7 年 5 月 26 日 <https://www.nilim.go.jp/lab/peg/img/file2266.pdf>
- 2) 経済産業省：スタートアップの力で 社会課題解決と経済成長を加速する，2025 年 2 月 https://www.meti.go.jp/policy/newbusiness/kaisetsushiryoku_2025.pdf
- 3) 科学技術振興機構：スタートアップ・エコシステム形成，2022 年 3 月 <https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2022-RR-04.html>
- 4) 特許庁：Ⅲ．我が国におけるスタートアップをとりまく現状と課題 https://www.jpo.go.jp/resources/report/sonota/startup/document/index/startup_r3_hokoku_bunseki_01.pdf
<https://www.jst.go.jp/crds/report/CRDS-FY2022-RR-04.html>
- 5) 国土交通省：インフラ DX に関する優れた取組を行った 25 団体を発表！～令和 4 年度 インフラ DX 大賞の受賞者を発表します～ https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000945.html
- 6) ARAV 株式会社：ARAV 株式会社公式ウェブサイト <https://arav.jp/solution/modelv/>
- 7) 株式会社助太刀：株式会社助太刀公式ウェブサイト <https://suke-dachi.jp/>
- 8) infraX 株式会社：infraX 株式会社公式ウェブサイト <https://infrax.jp/>
- 9) 株式会社アーバンエックステクノロジーズ：株式会社アーバンエックステクノロジーズ公式ウェブサイト <https://urbanx-tech.com/>
- 10) 株式会社 Integral Geometry Science：IGS 公式ウェブサイト <https://www.igs-group.com/about>

5 おわりに

近年、社会インフラ整備・維持管理分野においてもスタートアップの参入が進み、革新的な技術やサービスが次々と開発され実装されつつある。特に、AI、IoT、ロボティクス、建設用 3D プリンタ、画像解析、遠隔施工等を活用した高度なソリューションが注目を集めている。

建設用スタートアップの多くが従業員 50 名以下、設立 10 年以内といった比較的規模の小さい企業で構成されている。このことから、建設スタートアップは小規模で機動力の高い事業体を中心に成長していることがうかがえる。また、ほとんどの企業が既に現場導入の実績を有し、そのうち半数程度の企業